

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-345952

(P2000-345952A)

(43) 公開日 平成12年12月12日 (2000. 12. 12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

F 0 3 D 7/04

F 0 3 D 7/04

E 3 H 0 7 8

H 0 2 P 9/00

H 0 2 P 9/00

F 5 H 5 9 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-158547

(22) 出願日 平成11年6月4日 (1999. 6. 4)

(71) 出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 後藤 正人

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工  
株式会社長崎造船所内

(72) 発明者 岩永 洋一

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工  
株式会社長崎造船所内

(74) 代理人 100102864

弁理士 工藤 実 (外1名)

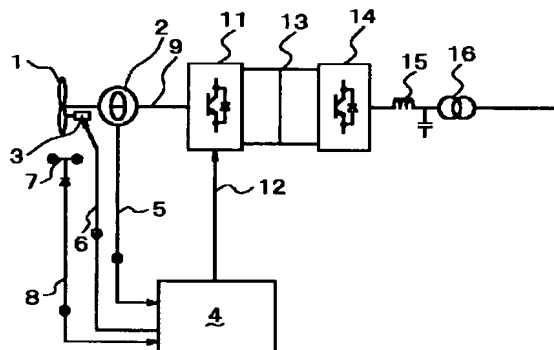
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力多極発電機及び風力発電方法

(57) 【要約】

【課題】 回転子側の電力ロスがなくなり、且つ、回転子側の重量が減少して発電効率が高くなり、多極発電機の有効性が活用されること。

【解決手段】 風車1に軸結合される多極発電機2が出力する交流電力を直流電力に変換するためのAC-DC変換器11として、可変速インバータ12が用いられる。多極発電機2は回転子22側に永久磁石23が用いられる。一定磁束密度ベクトルの磁石を用いるが、可変速インバータにより出力電力を制御することができる。制御装置4が設けられ、風車1は可変ピッチ機構3を備える。多極発電機2は回転数検出器を備え、回転数検出器が出力する回転数が制御装置4に入力され、回転数に基づいて可変速インバータ11の出力電力を制御しつつピッチ角度を制御する。オーバースピードを回避しつつ、高効率の変換を行う。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】風車と、

前記風車に軸結合される多極発電機と、  
前記多極発電機が出力する交流電力を直流電力に変換するためのAC-DC変換器とからなり、  
前記多極発電機は回転子側に永久磁石が用いられ、  
前記AC-DC変換器は可変速インバータである風力多極発電機。

【請求項2】請求項1において、更に、  
制御装置とからなり、

前記風車は可変ピッチ機構を備え、  
前記多極発電機は回転数検出器を備え、  
前記回転数検出器が出力する回転数が前記制御装置に入力され、  
前記制御装置は前記回転数に基づいて前記可変速インバータの出力電力を制御し、  
前記制御装置は前記回転数に基づいて前記可変ピッチ機構を制御して前記風車のピッチ角度を制御する風力多極発電機。

【請求項3】請求項1において、更に、  
風速計と、  
制御装置とからなり、

前記風車は可変ピッチ機構を備え、  
前記多極発電機は回転数検出器を備え、  
前記回転数検出器が出力する回転数と前記風速計が出力する風速が前記制御装置に入力され、  
前記制御装置は前記回転数と前記風速に基づいて前記可変速インバータの出力電力を制御し、  
前記制御装置は前記回転数と前記風速に基づいて前記可変ピッチ機構を制御して前記風車のピッチ角度を制御する風力多極発電機。

【請求項4】請求項1において、

前記多極発電機は、  
回転子と、  
固定子とを備え、  
前記回転子は多数の永久磁石とからなり、  
前記永久磁石はその内部に円周方向に向かう磁束密度ベクトルを生成し、  
前記固定子はコイルから形成される出力子とからなり、  
前記コイルの同心線は半径方向に向いている風力多極発電機。

【請求項5】風車と、

前記風車に軸結合される多極発電機と、  
前記多極発電機が出力する交流電力を直流電力に変換するためのAC-DC変換器とからなり、  
前記多極発電機は回転子側に永久磁石が用いられ、  
前記AC-DC変換器は可変速インバータである風力多極発電機を用いて出力電力を制御するための風力発電方法であり、  
前記多極発電機の回転数に基づいて前記可変速インバー

タの出力電力を制御すること、  
前記多極発電機の出力を前記可変速インバータで制御することとからなる風力発電方法。

【請求項6】請求項5において、更に、  
平均風速が定格以上になれば出力電力が定格電力になるように前記可変速インバータを制御すること、  
平均風速が定格以下になればその時の風速から得られるはずの出力電力になるように前記可変速インバータを制御することとからなる風力発電方法。

## 10 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、風力多極発電機及び風力発電方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】風力は、エネルギー源として有望である。風力発電機は、減速機が用いられないことが好ましい。減速機を使用しない風力発電装置として、多極発電機が用いられている。そのような公知の風力多極発電機は、図5に示されるように、多極同期発電機101が用いられ、その回転子102の側に励磁機103と電圧調整装置104が設けられている。多極同期発電機101により発電された交流電力は、AC-DC変換器105により一旦直流電力に変換され、更に、DC-AC変換器106により系統側107に送られる。このような一般的な方式の風力多極発電機は、回転子の中に励磁機103、コイル（図示されず）が備わっていて、その構成が複雑であり、重量が大きくなって、コストが多くなっている。

【0003】風力発電は、風力が弱い間にも有効に風力を電力に変換することができるようにロスを最小限に抑えることが重要である。回転子側の重量が減少し、且つ、回転子に励磁機とコイルがなく従ってそこに電気が流れず、回転子内の電力ロスがなくて発電効率が高くなり、更には、回転子側の構成が簡素であってコストが低くなり、多極発電機の有効性を活用することができることが望まれる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、回転子側の重量が減少し、且つ、回転子に励磁機とコイルがなく従ってそこに電気が流れず、回転子内の電力ロスがなく発電効率が高くなって、多極発電機の有効性を活用することができる風力多極発電機及び風力発電方法を提供することにある。本発明の他の課題は、回転子側の重量が減少して発電効率が高くなり、更には、回転子側の構成が簡素であってコストが低くなって多極発電機の有効性を活用することができる風力多極発電機及び風力発電方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】その課題を解決するための手段が、下記のように表現される。その表現中の請求

項対応の技術的事項には、括弧( )つきで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、請求項対応の技術的事項と実施の複数・形態のうちの少なくとも1つの形態の技術的事項との一致・対応関係を明白にしているが、その請求項対応の技術的事項が実施の形態の技術的事項に限定されることを示すためのものではない。

【0006】本発明による風力多極発電機は、風車(1)と、風車(1)に軸結合される多極発電機(2)と、多極発電機(2)が出力する交流電力を直流電力に変換するためのAC-DC変換器(11)とからなり、多極発電機(2)は回転子(22)側に永久磁石(23)が用いられ、AC-DC変換器(11)は可変速インバータである。一定磁束密度ベクトルの永久磁石を用いており、励磁子による出力電力の制御は行われないが、可変速インバータにより出力電力を制御することができる。回転子側に永久磁石が用いられ、従って、回転子側には励磁機、コイルがなく、従ってそこに電気が流れず、回転子内の電力ロスがなく、発電効率が高くなり、回転子側の電力ロスがなく、且つ、回転子が軽量化されている。

【0007】更に、制御装置(4)が設けられている。風車(1)は可変ピッチ機構(3)を備え、多極発電機(2)は回転数検出器を備え、回転数検出器が出力する回転数が制御装置(4)に入力され、制御装置(4)は回転数に基づいて可変速インバータ(11)の出力電力を制御し、制御装置(4)は回転数に基づいて可変ピッチ機構(3)を制御して風車(1)のピッチ角度を制御する。可変ピッチ制御により、オーバースピードを回避することができる。

【0008】更に、風速計(7)と制御装置(4)とがともに設けられている。風車(1)は可変ピッチ機構(3)を備え、多極発電機(2)は回転数検出器を備え、回転数検出器が出力する回転数と風速計(7)が出力する風速が制御装置(4)に入力され、制御装置(4)は回転数と風速に基づいて可変速インバータ(11)の出力電力を制御し、制御装置(4)は回転数と風速に基づいて可変ピッチ機構(3)を制御して風車(1)のピッチ角度を制御する。風速と回転数との両パラメータを用いて制御することにより、オーバースピードを回避しながら、軽量化された回転子による動力伝達効率の向上に加えて電力変換効率を高めることができる。

【0009】多極発電機(2)は、回転子(22)と、固定子(21)とを備え、回転子(22)は多数の永久磁石(23)からなり、永久磁石(23)はその内部に円周方向に向かう磁束密度ベクトル(24)を生成し、固定子(21)はコイル(31)から形成される出力子(28)からなり、コイル(31)の同心線は半径方向に向いている。

【0010】本発明による風力発電方法は、風車(1)

と、風車(1)に軸結合される多極発電機(2)と、多極(同期)発電機(2)が出力する交流電力を直流電力に変換するためのAC-DC変換器(11)とからなり、多極発電機(2)は回転子側に永久磁石(23)が用いられ、AC-DC変換器(11)は可変速インバータである風力多極発電機を用いて出力電力を制御するための風力発電方法であり、多極発電機(2)の回転数に基づいて可変速インバータ(11)の出力電力を制御すること、多極発電機(2)の出力を可変速インバータ(11)で制御することとからなる。可変速インバータにより出力電力を制御して、風力の変動に対応した可変速制御を行って、電力変換効率を高くすることができる。

【0011】更に、平均風速が定格以上になれば出力電力が定格電力になるように可変速インバータ(11)を制御すること、平均風速が定格以下になればその時の風速から得られるはずの出力電力になるように可変速インバータ(11)を制御することとからなる。風力の大小に対して、適正な出力制御を行うことができる。

【0012】

【発明の実施の形態】図に一致対応して、本発明による風力多極発電機の実施の形態は、可変ピッチ回転翼とともに同期発電機が設けられている。その可変ピッチ回転翼(可変ピッチ風車)1は、図1に示されるように、多極同期発電機2に軸結合している。多極数は、好ましくは数十である。

【0013】可変ピッチ回転翼1には、公知慣用のピッチ角制御機構3が附属している。多極同期発電機2に付随する検出器(図示せず)は、制御装置4に接続している。その検出器は、回転数を検出して回転数信号5を出力する。回転数信号5は、制御装置4に入力される。

【0014】可変ピッチ回転翼1と同様に運動するように、又は、可変ピッチ回転翼1の近辺に風速計7が設けられている。風速計7は、風速信号8を出力する。風速信号8は、制御装置4に入力される。制御装置4は、回転数信号5の値と風速信号8の値とに基づいて、ピッチ角指令信号6を生成する。ピッチ角指令信号6は、ピッチ角制御機構3に入力される。

【0015】多極同期発電機2が出力する発電機電圧9は、AC-DC変換器11に入力される。制御装置4が出力する電力指令信号12は、AC-DC変換器11に入力される。AC-DC変換器11が生成する直流電圧13は、DC-AC変換器14に入力される。DC-AC変換器14が出力する交流電力15は、系統側16に送電される。系統側16は、フィルタ17、トランスからなる電気回路によりアナログ交流に変換される。

【0016】風速計7で検知された風速信号8は、制御装置4で演算されて平均風速が定格以上になれば、定格電力に対応する電力指令信号12を電力指令値としてAC-DC変換器11に指示する。AC-DC変換器11

は、ベクトル制御法により、出力電力が一定になるように周波数と電流を制御する。この制御により多極同期発電機2の回転数が変化して可変速運転が行われて、発電機から一定の電力が取り出される。

【0017】その制御中の多極同期発電機2の回転数が規定値以上になれば、多極同期発電機2から回転数信号5を受ける制御装置4は、回転数信号5に基づいてピッチ角指令信号6を算出する。ピッチ角指令信号6に基づいて、ピッチ角制御機構3が動作する。ピッチ角が変動した可変ピッチ回転翼1は、その時の風力エネルギーのうちの過剰分である一部を取り込まないように逃がすことができる。平均風速が定格以下になれば、その時の風速から得られるはずの電力を計算する制御装置4は、その電力に対応する電力指令信号12を電力指令値としてAC-DC変換器11に指示する。

【0018】AC-DC変換器11は、ベクトル制御法により、出力電力が一定になるように周波数と電流を制御する。この制御により多極同期発電機2の回転数が変化して可変速運転が行われて、発電機から一定の電力が取り出される。この場合は、可変ピッチ回転翼1のピッチ角は一定にすることができる。直流電圧13は、DC-AC変換器14により一定に制御される。

【0019】図2は、多極同期発電機2の発電機構の詳細を示している。多極同期発電機2の回転機構は、固定子21と回転子22とから形成されている。多数の磁界生成子23が、回転子22の外周域の同一円周上に等角度間隔で配置されている。各磁界生成子23は、励磁子ではなく、永久磁石である。

【0020】各磁界生成子23が生成している磁束密度ベクトル24、25は、概ね円周方向に向いている。隣り合う磁界生成子23の磁束密度ベクトル24、25は互いに反対方向に向き、隣り合う2つの磁界生成子23は、放射半径方向に大きい遠心・向心磁束密度ベクトル26、27を生成する。固定子21は、磁界生成子23の数と同数の出力子28を備えている。

【0021】出力子28は、コア29とコイル31とから形成されている。コイル31はコア29を巻回している。コイル31の同心線は、半径方向に向き、磁束密度ベクトル24、25に概ね直交し、遠心・向心磁束密度ベクトル26、27とそれぞれに概ね同じ遠心・向心方向に向いている。隣り合う2つの出力子28は、互いに逆方向の起電力を生成する。

【0022】励磁子、電圧調整装置を備えない回転子22は、その構成が簡素であり、その全体の重量減を結果する。本発明による発電機部分には、永久磁石が用いられる。一般的に知られる多極発電機には、励磁機と電圧調整装置が必要であるが、永久磁石が用いられる多極発電機は、その永久磁石の磁力が一定であるので、回転数と出力電圧を制御することができない。

【0023】本発明は、AC-DC変換器11として可

変速インバータを用い、その可変速インバータを制御装置4により制御することにより、多極同期発電機2のその出力電圧とその回転数の可変速制御を行うことができる。その制御方式は、ベクトル制御のような一般的に知られている可変速制御方式が適用され得る。DC部の電圧は、系統側のDC-AC変換器14により一定に制御される。

【0024】可変ピッチ回転翼1の回転数は、数十RPM程度であるが、一般的な発電機の回転数は数百RPMから数千RPMの間にある。このような回転数を数十RPM程度に下げるとは、減速機（又は増速機）が必要である。多極同期発電機2の多極数を増加させることによりそのような減速機を省略することができ、減速機が存在によるエネルギー伝達効率の低下を回避することができる。このような多極発電機の使用は、既述の通り、風力発電では慣用技術である。更には、風力発電機の出力電力は風速変化に対応して変化するので、制御装置4を用いて可変速制御を行う点も、風力発電では慣用技術である。

【0025】このような慣用技術を用いて形成する風力多極発電機は、永久磁石を用いて構造の簡素化を行い、回転子側には励磁機、コイルがなく、従ってそこに電気が流れず、回転子内の電力ロスがなく発電効率が高く、回転子側の電力ロスがなく、更に、インバータの使用により回転数・出力の可変速制御を行うことができる。

【0026】図3は、制御装置4による可変速制御の動作フローを示している。制御装置4は、平均風速が定格以上になれば定格電力（図4に示されるP1）に対応する電力指令信号12を出力し、平均風速が定格以下になればその時の風速から得られるはずの電力（図4に示されるP2）に対応する電力指令信号12を出力するための設定器32を備えている。インバータ11の電力制御により、結果的に多極発電機2の回転数が変化し、その電力制御状態34にあれば、ピッチが指令ピッチ角まで自然に変化することになる。

【0027】

【発明の効果】本発明による風力多極発電機及び風力発電方法は、永久磁石を用いて回転子の構造を簡素化したが、インバータの使用により、出力電力を制御して電力変換効率を高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明による風力多極発電機の実施の形態を示す機器構成の回路図である。

【図2】図2は、多極発電機の詳細を示す断面図である。

【図3】図3は、制御装置の動作を示す動作フロー図である。

【図4】図4は、風速と電力の関係を示すグラフである。

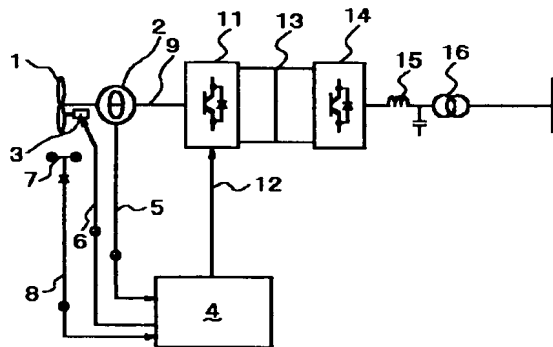
【図5】図5は、公知装置を示す機器構成の回路図である。

【符号の説明】

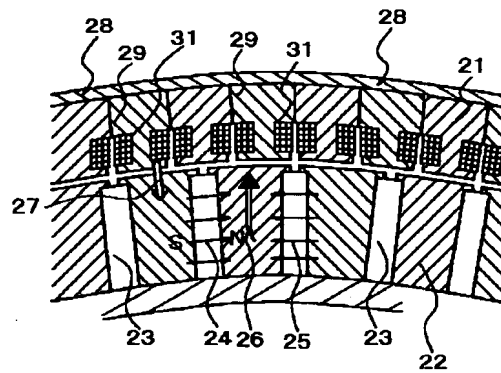
- 1…風車（可変ピッチ回転翼）  
 2…多極発電機  
 3…可変ピッチ機構  
 4…制御装置  
 7…風速計

- 11…AC-DC変換器  
 21…固定子  
 22…回転子  
 23…永久磁石  
 24…磁束密度ベクトル  
 28…出力子  
 31…コイル

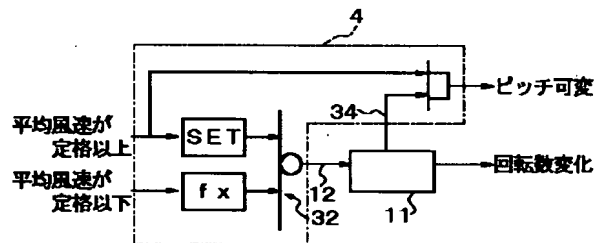
【図1】



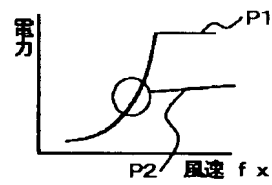
【図2】



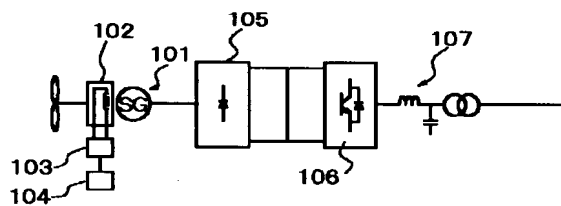
【図3】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

Fターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB07 BB11 BB18  
CC03 CC04 CC54 CC63 CC72  
5H590 AA02 CA14 CB10 CC02 CC18  
CD01 CD03 CE01 EB04 EB20  
FA01 FA08 FB07 FC27 GA04  
GA09 GA10 HA11 JA19